

**KARAKTERISASI PARTIKEL ARANG KAYU JATI HASIL  
TUMBUKAN HIGH ENERGY BALL MILLING (HEBM) DAN  
PEMANASAN LANJUT**



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Disusun oleh:**

**DANANG HANUNG SAPUTRA**

**D.200.140.146**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2020**

## PERNYATAAN KEASLIAN TOPIK TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa usulan judul tugas akhir **"KARAKTERISASI PARTIKEL ARANG KAYU JATI HASIL TUMBUKAN HIGH ENERGY BALL MILLING (HEBM) DAN PEMANASAN LANJUT "**, yang saya ajukan pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta , sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan dari penelitian atau duplkasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 12 agustus 2020

Yang Menyatakan

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, representing the name Danang Hanung Saputra.

Danang Hanung Saputra

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul **“KARAKTERISASI PARTIKEL ARANG KAYU BENGKIRAI HASIL TUMBUKAN *HIGH ENERGY BALL MILLING* (HEBM) DAN PEMANASAN LANJUT DENGAN SUHU 300° C”** telah di setujui pembimbing untuk memenuhi dan diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh

Nama : DANAR WIJAYA KUSUMA

NIM : D200140030

Disetujui pada

Hari : *Senin*

Tanggal : *15 Juni 2020*

Pembimbing utama



Supriyontb, S.T.,M.T.,Ph.D

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul **"KARAKTERISASI PARTIKEL ARANG KAYU BENGKIRAI HASIL TUMBUKAN *HIGH ENERGY BALL MILLING* (HEBM) DAN PEMANASAN LANJUT DENGAN SUHU 300° C"** telah dipertahankan dihadapan tim penguji dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata 1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh:

Nama : DANAR WIJAYA KUSUMA

NIM : D200140030

Disetujui pada

Hari : *Senin*

Tanggal : *15 Juni 2020*

Dewan Penguji

Ketua : Supriyono, S.T.,M.T.,Ph.D.

()

Anggota 1 : Ir. Sunardi Wiyono, MT.

()

Anggota 2 : Muh Alfatih Hendrawan, ST,MT.

()


Mengetahui,

Dekan,



  
Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

Ketua Jurusan

  
Ir. H. Subroto, M.T



**LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR**

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta :

Nomor **116/ II/ 2019** tanggal **19 Agustus 2019** tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini:

Nama : Supriyono, S.T., M.T., Ph.D.

Pangkat / Jabatan : IV A / Lektor Kepala

Sebagai Pembimbing Tugas Akhir memberikan soal tugas akhir kepada mahasiswa :

Nama : Danar Wijaya Kusuma

No Induk : D200140030

Jurusan/Semester : Teknik Mesin/XII

Judul/Topik : KARAKTERISASI PARTIKEL ARANG KAYU BENGKIRAI HASIL TUMBUKAN HIGH ENERGY BALL MILLING (HEBM) DAN PEMANASAN LANJUT

Rincian Soal/Tugas : Melakukan karakterisasi partikel arang kayu bengkirai hasil tumbukan High Energy Ball Milling (HEBM) dan pemanasan lanjut

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 26 Agustus 2019  
Pembimbing

Supriyono, S.T., M.T., Ph.D.

**Keterangan**

*Dibuat rangkap tiga (3)*

1. Untuk KAJUR (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

## **MOTTO**

“Ya tuhanku, berilah aku petunjuk agar aku dapat mensyukuri nikmat-Mu yang telah Engkau limpahkan kepadaku dan kepada kedua orang tuaku, agar aku dapat berbuat kebajikan yang Engkau ridhai, dan berilah aku kebaikan yang akan mengalir sampai kepada anak cucuku. Sungguh, aku bertobat kepada Engkau, dan sungguh, aku termasuk orang muslim”

(Q.S. Al-ahqaf 15)

“Jangan merenungkan kesalahan dan kegagalan masa lalu anda karena ini hanya akan mengisi pikiran anda dengan kesusahan, penyesalan dan depresi. Jangan ulangi mereka di masa depan.

(Swami Sivanada)

“Aku meminta kekuatan dan Allah memberiku kesulitan untuk membuatku semakin kuat”

(Salahuddin Al Ayyubi)

“Untuk mencapai tujuan akhirmu, kamu harus bersabar”

(Penulis)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan penuh rahmat ridho Allah SWT, triringi persaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai ujian dalam perjuangan yang tidak mengenal lelah. Saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

1. Bapak, Ibu, kakak dan Seluruh Keluarga tercinta yang dengan segala kasih sayang, kesbaran, keikhlasan dan pengorbanannya senantiasa membimbing dan mendo'akanku.
2. Bapak Ir. H. Supriyono, MT, Ph.D selaku pembimbing utama Tugas Akhir. Saya berterimakasih atas pengarahan dan bimbingannya yang telah banyak diterima berada di Fakultas Teknik mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Bambang waluyo Febriantoko, S.T.,M.T. selaku pembimbing Akademik. Berterimakasih atas pengarahannya dan bimbingannya yang telah banyak diterima selama berada di Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
4. Dosen Teknik mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membimbing Saya dan memberi ilmu di dalam perkuliahan.
5. Teman – teman Teknik mesin Angkatan 2014 yang selalu menyemangati dan hadir di dalam perkuliahan seperti keluarga.
6. Teman seperjuangan mahasiswa bimbingan Ir. H. Supriyono, MT, Ph.D yang selalu membantu dan berjuang bersama.

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah melimpah, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Adapun tugas Akhir ini di susun untuk memenuhi persyaratan sidang sarjana S-1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, dengan penuh keikhlasan hati ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Supriyono, S.T.,M.T.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Sunarjono, MT, Ph.D selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Subroto, MT. selaku ketua Jurusan Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
4. Bapak Bambang waluyo Febriantoko, S.T.,M.T. Selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak membimbing saya selama berada di Fakultas Teknik Mesin universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Dosen Jurusan Teknik Mesin beserta staff Tata Usaha Fakultas Teknik.
6. Ibu dan bapak tercinta yang senantiasa selalu mencintai, menyayangi, memberikan dukungan, menenangkan hati dan mendo'akan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2014 yang sudah banyak membantu saya dan mendukung saya dalam perkuliahan selama di Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.



Akhir kata mohon maaf sebelum dan sesudahnya. Jika sekiranya terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Yang disebabkan karena adanya keterbatasan-keterbatasan antara lain waktu, dana, literature yang ada dan pengetahuan yang penulis miliki. Harapan penulis semoga laporan ini bermanfaat untuk pembaca.

Tugas Akhir ini semoga dapat bermanfaat dan pihak lain yang membutuhkan, Amin Ya Robbal Allamin

Surakarta, 2020

Penulis

# KARAKTERISASI PARTIKEL ARANG KAYU JATI HASIL TUMBUKAN MESIN HIGH ENERGY BALL MILLING (HEBM) DAN PEMANASAN

## LANJUT

**Danang Hanung Saputra, Supriyono**

*Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta*

*Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Surakarta 57102*

*Email : hanungsaputra25@gmail.com*

## ABSTRAK

*Tujuan dari penelitian ini adalah Melakukan karakterisasi partikel arang bengkirai hasil tumbukan Mesin High Energy Ball Milling (HEBM) dan pemanasan lanjut*

*Pada penelitian ini dilakukan kajian partikel arang kayu Jati yang di hasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna dan menggunakan metode tumbukan dengan model shaker mills. Karakteristik partikel dengan uji PSA, uji SEM dan uji EDX untuk menganalisa ukuran partikel karbon, morfologi permukaan dan komposisi kimia yang terkandung dalam material hasil tumbukan.*

*Dari hasil uji PSA, pada 2,5 juta siklus tumbukan diperoleh ukuran terkecil 1.320  $\mu\text{m}$  dengan volume 0.003 %, ukuran terbesar 15.157  $\mu\text{m}$  dengan volume 0.003% , dan volume terbanyak pada ukuran 4.472  $\mu\text{m}$  dengan dengan volume 21.109 %.dari hasil uji SEM pada siklus 2,5 juta siklus menghasilkan ukuran dan bentuk sample uji menjadi beragam,bongkahan besar, bulat, lonjong dan berbagai bentuk tak beraturan lainnya. Hasil uji EDX menghasilkan, karbon, C 94,44 %, Magnesium Oksida, MgO 0,24 %, Alumina,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,24%, Silika Dioksida,  $\text{SiO}_2$  2,80 %, Kalium Oksida,  $\text{K}_2\text{O}$  0,43 %, Kalsium Oksida, CaO 0,68, Tembaga(II) Oksida, CuO 0,73 %, Zink Oksida, ZnO 0,44 %.*

***Kata Kunci: Partikel Nano, Siklus, Arang Jati***

# CHARACTERIZATION OF TEAK CHARCOAL PARTICLES FROM HIGH IMPACT MILLING (HEBM) AND FURTHER HEATING

**Danang Hanung Saputra, Dr Supriyono**

*Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta*

*Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Surakarta 57102*

*Email : hanungsaputra25@gmail.com*

## **ABSTRACT**

*The purpose of this study is to characterize the bengkirai charcoal particles from the collision of the High Energy Ball Milling (HEBM) Machine and further heating*

*In this study a study of Teak Wood Charcoal particles produced from an incomplete combustion process and using the collision method with a shaker mills model. Characteristics of particles with the PSA test, SEM test and EDX test to analyze carbon particle size, surface morphology and chemical composition contained in the collision material.*

*From the results of the PSA test, at 2.5 million cycles of collision obtained the smallest size of 1,320  $\mu\text{m}$  with a volume of 0.003%, the largest size of 15,157  $\mu\text{m}$  with a volume of 0.003%, and the most volume at a size of 4,472  $\mu\text{m}$  with a volume of 21,109%. 2.5 million cycles produce various sizes and shapes of test samples into large, large, round, oval and various other irregular shapes. EDX test results produce, carbon, C 94.44%, Magnesium Oxide, MgO 0.24%, Alumina, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.24%, Silica Dioxide, SiO<sub>2</sub> 2.80%, Potassium Oxide, K<sub>2</sub>O 0.43%, Calcium Oxide , CaO 0.68, Copper (II) Oxide, 0.73% CuO, Zinc Oxide, ZnO 0.44%.*

**Keywords: NanoParticles, Cycle, Teak Wood Charcoal**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR .....	v
HALAMAN MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK .....	x
ABSTRACT .....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian .....	4

1.7 Sistematika Penulisan .....	5
---------------------------------	---

## **BAB II DASAR TEORI**

2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Landasan Teori .....	7
2.2.1 Nanopartikel .....	7
2.2.2 Tumbukan.....	9
2.2.3 Furnace .....	10
2.2.4 PSA (Particle Size Analyzer) .....	12
2.2.5 SEM (Scanning Electron Microscope) - EDX.....	12
2.2.6 Pengamat Struktur Mikro .....	14

## **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	15
3.2 Alat dan Bahan .....	16
3.2.1 Bahan Penelitian .....	16
3.2.2 Alat Penelitian.....	17
3.3 Pembuatan Bahan Uji .....	21
3.4 Langkah – Langkah Penelitian.....	22
3.5 Teknik Analisa.....	23
3.5.1 Pengamatan Ukuran Partikel .....	23
3.5.2 Pengamatan Struktur Mikro.....	23

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pengujian PSA (Particel Size Analyzer).....	24
4.2 Pengujian SEM .....	25
4.3 pengujian EDX.....	28

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran .....	31

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja SEM– EDX.....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	15
Gambar 3.2 Arang Jati.....	16
Gambar 3.3 Botol Plastik .....	17
Gambar 3.4 Saringan Mesh 200 .....	17
Gambar 3.5 Bola Baja $\frac{1}{4}$ .....	18
Gambar 3.6 Mesin HEBM .....	18
Gambar 3.7 Cawan.....	19
Gambar 3.8 Furnace.....	20
Gambar 3.9 PSA ( <i>Particle Size Analyzer</i> ).....	20
Gambar 3.10 SEM-EDX .....	21
Gambar 4.1 Grafik PSA .....	24
Gambar 4.2 Hasil Foto SEM .....	25
Gambar 4.3 Hasil Foto SEM .....	26
Gambar 4.4 Hasil Foto SEM .....	26
Gambar 4.5 Hasil Foto SEM .....	27

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil EDX .....	28
---------------------------	----